

## PENGARUH STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN SEMEN PADA RUAS JALAN DUSUN ORY – NAMA A KECAMATAN PULAU HARUKU

M.Jihad Marasabessy<sup>1</sup>, Sjafruddin Latar<sup>2</sup>, Penina T. Istia<sup>3</sup>

[jihad.marasabessy2000@gmail.com](mailto:jihad.marasabessy2000@gmail.com)<sup>1</sup>, [sjafrudin.latar07@gmail.com](mailto:sjafrudin.latar07@gmail.com)<sup>2</sup>, [penina.istia@gmail.com](mailto:penina.istia@gmail.com)<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Ambon

### ABSTRAK

Tanah merupakan tempat berdirinya suatu konstruksi, baik itu konstruksi bangunan ataupun konstruksi jalan. Yang biasanya menimbulkan masalah bila mana terdapat sifat-sifat yang buruk seperti plastisitas yang tinggi dan potensi kembang susut yang besar dan juga nilai CBR yang rendah. Salah satu upaya perbaikan lahan yang diteliti pada ruas jalan dusun Ory- Namaa Kecamatan Pulau Haruku yaitu stabilisasi menggunakan kapur dan semen, tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan nilai CBR tanah lempung berpasir sebelum dan sesudah stabilisasi dengan penambahan kaur dan semen masing – masing 0%, 2%, 4%, dan 6% berdasarkan berat kering tanah. Seperti yang ada pada lokasi Ruas Jalan Dusun Ory – Namaa Kecamatan Pulau Haruku ini, terdapat tanah lempung berpasir. Pengujian meliputi sifat fisik dan mekanik pemadatan tanah dan CBR dengan mengacu pada SNI untuk setiap pengujian. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengumpulan data primer dengan menggunakan Field Research (Survey di lapangan) dan data sekunder yang diperoleh dari studi literatur. Hasil pengujian CBR tanah asli yang dilakukan adalah 0,1 = 14% dan 0,2 = 21,6%, namun setelah dilakukan penambahan pada penambahan kapur 6% adalah 0,1 = 16% dan 0,2 = 25% 6% dan pada penambahan semen 6% adalah 0,1 = 14,5% dan 0,2 = 25%. Dapat dilihat bahwa penggunaan kapur dan semen dapat meningkatkan daya dukung tanah lempung berpasir karena presentase kapur dan semen meningkat.

**Kata Kunci:** Karakteristik Tanah, CBR (California Bearing Ratio).

### ABSTRACT

*Land is the place where construction is built, be it building construction or road construction. What usually causes problems is when there are poor properties such as high plasticity and large potential for expansion and shrinkage and also low CBR values. One of the land improvement efforts studied on the Ory-Namaa hamlet road, Haruku Island District, is stabilization using lime and cement. The aim of this research is to compare the CBR value of sandy clay soil before and after stabilization with the addition of 0% of lime and cement, respectively. 2%, 4%, and 6% based on dry weight of soil. As in the location of the Dusun Ory – Namaa Road section, Haruku Island District, there is sandy clay soil. Tests include physical and mechanical properties of soil compaction and CBR with reference to SNI for each test. The data collection method used in this research is primary data collection using Field Research (Survey in the field) and secondary data obtained from literature studies. The results of the CBR test of the original soil carried out were 0.1 = 14% and 0.2 = 21.6%, but after adding 6% lime it was 0.1 = 16% and 0.2 = 25% 6% and when adding 6% cement it is 0.1 = 14.5% and 0.2 = 25%. It can be seen that the use of lime and cement can increase the bearing capacity of sandy clay soil because the percentage of lime and cement increases.*

**Keywords:** Karakteristik Tanah, CBR (California Bearing Ratio).

### PENDAHULUAN

Tanah menjadi tempat berdirinya suatu struktur atau konstruksi, dalam hal ini konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan yang biasanya menimbulkan masalah jika memiliki sifat-sifat yang buruk baik itu plastisitas yang tinggi dan potensi kembang susut

yang besar. Dikarenakan besarnya pengaruh tanah pada perencanaan suatu konstruksi, olehnya itu tanah menjadi hal yang harus diperhatikan dalam perancangan suatu konstruksi. Namun tetap saja ada masalah yang terkadang ditemukan bila membangun konstruksi sipil tanah yang sifatnya berlempung, yaitu disturbed (tanah terganggu) ialah kekuatan pendukung tanah yang rendah serta plastisitasnya yang besar bahkan sangat sensitif pada perubahan kadar airnya, seperti yang ada pada ruas jalan dusun Ory - Namaa Kecamatan Pulau Haruku ini terdapat tanah lempung berpasir yang bisa menyebabkan ketidakstabilan konstruksi untuk bangunan dasarnya. Sehingga terjadinya kerusakan pada ruas jalannya, dengan panjang jalannya sekitar 2,1 km pada STA 0+100 – 1+600 mengalami kerusakan diakibatkan pada kondisi tanah dasar tersebut. Hal ini memerlukan perhatian lebih karena tanah pasir berlempung mempunyai daya dukung yang rendah, sehingga tidak menguntungkan bagi konstruksi sipil di atasnya. Agar dapat mengatasi masalah yang ada maka garus adanya perbaikan pada tanah dengan cara menstabilisasikan.

Untuk mengejar target pelaksanaan supaya proyek cepat selesai dan tidak mengganggu aktivitas lain, maka memungkinkan waktu antara pencampuran dan pemadatan tanah dengan stabilisasi dengan kapur dilakukan sebelum (24 jam) yakni (2 jam) agar mempersingkat waktu pelaksanaannya, untuk itu mesti ditambahkan material tambahan yaitu semen. Berdasarkan hasil survey lapangan pada ruas Jalan Dusun Ory – Namaa mengalami kerusakan dengan kondisi tanah pasir berlempung. Maka dari itu perlu adanya peninjauan untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan, mengingat kondisi jalan tersebut juga tidak terlalu dilewati kendaraan berat, akan tetapi terdapat beberapa kerusakan fatal yang disebabkan dari ketidaklayakan tanah dasar, sehingga perlu adanya stabilisasi tanah. Metode yang digunakan adalah cara kimiawi yakni dengan menggunakan bahan tambah seperti kapur, semen, sebagainya. Oleh karena itu peneliti menggunakan bahan tambah kapur dan semen, karna biasanya stabilisasi tanah yang digunakan peneliti terdahulu yang saya temukan hanya menggunakan 1 bahan tambah kapur saja untuk tanah dasar, begitupun ada juga yang hanya menggunakan semen untuk tanah dasar sebagai bahan tambah. Sehingga peneliti memilih menggunakan 2 bahan tambah untuk tanah dasar tersebut yakni (kapur dan semen) tadi, guna untuk mengatasi tanah dasar yang kurang layak serta meningkatkan nilai CBR pada tanah tersebut.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Stabilisasi**

Tanah pada prinsipnya adalah untuk perbaikan mutu tanah yang kurang baik. Menurut bowles (1986), cara untuk melakukan stabilisasi dapat terdiri dari salah satu Tindakan sebagai berikut :

1. Menambah kerapata tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan – perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah – tanah yang buruk

Sementara itu, menurut *Ingles dan Metcalf* ,1972 dalam buku (Hary Cristady Hardiyatmo 2017), stabilisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu :

#### **1. Cara Mekanis**

Perbaikan tanah dengan menggunakan cara mekanis yaitu perbaikan tanah tanpa penambahan bahan – baan tambah lainnya. Stabilisasi mekanis biasanya dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin ilas, penumbuk, peledak, tekanan statis, dan sebagainya. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung

baik dengan cara mengurangi volumepori sehingga menghasilkan kepadatan tanah yang maksimum. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM paling banyak 25%.

## 2. Cara Fisik

Perbaikan tanah dengan cara fisik ini yaitu dengan memanfaatkan perubahan – perubahan fisik yang terjadi seperti hidrasi, absorpsi/penyerapan air, pemanasan, pendinginan, dan menggunakan arus listrik.

## 3. Cara Kimiawi

Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah penambahan beban stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus. Pencampuran bahan kimiawi yang sering dilakukan adalah metode stabilisasi mekanis dan kimiawi. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah yang tidak kohesif, yaitu tanah berpasir dan kerikil yang mengandung sedikit tanah berbutir halus, sedangkan kapur dan pazzolan cocok untuk tanah kohesif (Soerdarmo dan Purnomo, 1997). Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi adalah kapur hidup (quicklime, CaO) dan kapur padam (calcium hydroxide, Ca(OH)<sub>2</sub> yang merupakan produk pembakaran batu kapur.

1. Dapat mengeras dengan mudah dan cepat
2. Mudah di kerjakan
3. Mempunyai sifat yang bagus dengan batu atau bata
4. Mengurangi sifat mengembang dari tanah
5. Meningkatkan daya dukung dari tanah

## B. Klasifikasi Tanah Metode AASHTO

Sistem *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* dahulu disebut *Bureau of Public Road* dipakai hampir secara eksklusif oleh beberapa departemen transportasi negara bagian di Amerika Serikat dan oleh *Federal Highway Administration (Administrasi Jalan Raya Federal)* dalam spesifikasi pekerjaan tanah untuk lintas transportasi. Sistem AASHTO diawali oleh *US Bureau of Public Roads* selama tahun 1927-1929 dan diperbaiki tahun 1945 untuk mengikutsertakan indeks kelompok dan tambahan untuk sub kelompok di dalam kelompok A-2. Sistem AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Karena sistem ini dimaksudkan dalam lingkup tersebut, penggunaan sistem ini harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 8 kelompok A1 s/d A8 termasuk sub-sub kelompok tanah tiap-tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus empiris.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Material Granuler							Tanah Lempung-Lempung			
	(Lebih kecil dari 35% lolos saringan no. 200)							(>35% lolos saringan no.200)			
	A-1		A-3	A-2		A-2-5		A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
Analisis saringan (% lolos) 2.00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.425 (no.40)	30 maks	-	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0.075 (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
saringan no. 40 Sifat fraksi lolos	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	-	-	-	-
Batas cair (LL)	-	-	-	10 maks	10 maks	11 min	11 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastisitas (PI)	6 maks	-	np	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	-	0	0	0	4 maks	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir			Tanah berlanau		Tanah berlempung		
Penilaian umum sebagai tanah dasar	sangat baik sampai baik							sedang sampai buruk			

### C. Pengujian Sifat Fisis Tanah

#### 1. Kadar Air

Kadar air ( $w$ ) didefinisikan sebagai rasio antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat tanah kering oven ( $W_s$ ) dan dinyatakan dalam persentase atau sebagai pecahan.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

#### 2. Berat Volume

a. Berat Volume Basah ( $\gamma_d$ ), adalah perbandingan antara butiran tanah termasuk air dan udara ( $W$ ) dengan volume total tanah ( $V$ ).

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.2)$$

b. Berat Volume Kering ( $\gamma_b$ )

Didefinisikan sebagai rasio antara berat volume tanah kering ( $W_s$ ) dengan volume total ( $V$ )

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(2.3)$$

#### 3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Bowles (1998) mengemukakan bahwa berat jenis dapat didefinisikan sebagai perbandingan dari berat isi bahan terhadap berat isi air. Das (1998:16) lebih lanjut menjelaskan, harga berat jenis dari butiran tanah (bagian padat) sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan hitungan dalam mekanika tanah. Didefinisikan sebagai rasio antara berat volume tanah pada temperatur tertentu dengan berat volume air pada temperatur yang sama:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(2.4)$$

Berat jenis dari berbagai jenis tanah berkisar antara 2.65 sampai 2.75. Nilai berat jenis sebesar 2.67 biasanya digunakan untuk tanah tak berkoheksi. Sedangkan untuk tanah kohesif tak organik berkisar diantara 2.68 sampai 2.72. Nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah seperti pada tabel berikut:

jenis dari berbagai jenis tanah seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Berat jenis dari berbagai jenis tanah

No.	Tanah	Gs
1	Kerikil	2.65-2.68
2	Pasir	2.65-2.68
3	Lanau, anorganik	2.62-2.68
4	Lempung, organik	2.58-2.65
5	Lempung, anorganik	2.68-2.75

Sumber : (Hardiyatmo, 2017)

#### 4. Batas-batas Atterberg Limit

Pengujian batas-batas *atterberg* terdiri dari; pengujian batas cair (*liquid limit*) dan uji batas plastis (*plastic limit*). Uji batas cair dan batas plastis biasanya dilakukan pada tanah kohesif yang kering udara, dihancurkan dan disaring melalui ayakan No.40 (0.422 mm).

##### 1. Batas Cair (*liquid limit*)

Batas Cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan

cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*plastic limit*)

Batas Plastis didefinisikan kadar air tanah di mana untuk nilai-nilai di bawahnya tanah tidak lagi berperilaku sebagai bahan yang plastis.

3. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (*Plasticity*) adalah selisih antar nama batas cair dengan batas plastis yang dinyatakan dalam persen, dan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

- PI : Indeks plastisitas
- LL : Nilai Batas Cair
- PL : Nilai Batas Plastis

5. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Berat tanah yang tinggal pada masing-masing saringan ditimbang dan persentase terhadap berat kumulatif pada tiap saringan dihitung. Analisa saringan digunakan untuk ukuran partikel partikel berdiameter lebih besar dari 0,075 mm. untuk standar ayakan di Amerika Serikat, nomor ayakan dan lubang ayakan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nomor Ayakan Standar ASTM

Nomor Saringan	Diameter lubang (mm)
3	6.35
4	4.75
6	3.35
8	2.36
10	2.00
16	1.18
20	0.85
30	0.60
40	0.42
50	0.30
60	0.25
70	0.21
100	0.15
140	0.106
200	0.075

Sumber : ( Hardiyatmo, 2017)

6. Analisa Hidrometer

Analisa *hidrometer* didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah didalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran dan beratnya. Didalam laboratorium, pengujian hidrometer dilakukan dengan menggunakan gelas ukuran dengan kapasitas 1000 ml yang diisi dengan larutan air, bahan *pendispersi* dan tanah yang akan diuji. Analisa hidrometer digunakan untuk ukuran partikel-partikel berdiameter lebih kecil dari 0,075 mm.

**D. Pengujian Sifat Mekanis Tanah**

1. Pemadatan Standar (*Standard Proctor Test*)

Menurut R.F.Craig (1987), pemadatan adalah proses naiknya kerapatan dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara, tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah. Tujuan pemadatan tanah adalah untuk meningkatkan sifat-sifat teknis suatu jenis tanah. Pemadatan pada tanah akan menyebabkan berat volume dan kekuatan tanah meningkat sedangkan koefisien permeabilitasnya menjadi berkurang. Percobaan pemadatan standar dikenal pula sebagai

percobaan pemadatan ringan. Pada uji pemadatan standar, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume  $1/30 \text{ ft}^3 (943.3 \text{ cm}^3)$ . Diameter cetakan tersebut 4 in (101.6 mm). Tanah sekitar 2500 gram dicampur air dengan kadar air berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb (2.5 kg), tinggi jatuh 12 in (30.48 cm). Pemadatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 lapisan dengan jumlah tumbukan per lapis 25 kali. Percobaan dapat diulang dalam 5 kali percobaan dengan kadar air yang berbeda-beda.

Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan:

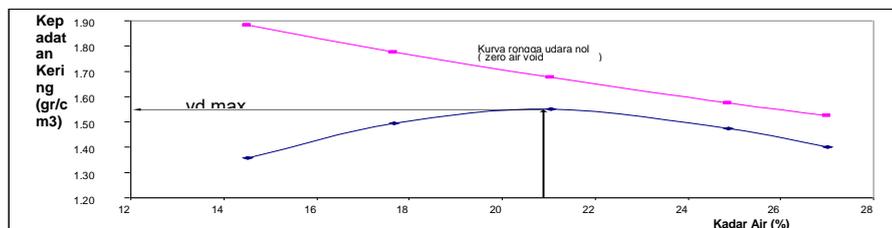
$W$  = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

$V$  = Volume cetakan

Pada setiap percobaan, besarnya kadar air ( $w$ ) dapat ditentukan, selanjutnya dapat dihitung nilai kepadatan kering ( $\gamma_d$ ) sebagai berikut:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + W} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Selanjutnya digambarkan sebuah grafik hubungan antara kadar air ( $w$ ) dan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) serta kurva rongga udara nol ( $S_r = 100\%$ ) seperti pada grafik di bawah ini. Kurva rongga udara nol tidak pernah berpotongan dengan kurva hasil pemadatan, kurva ini menunjukkan posisi tingkat kepadatan tanah maksimal teoritis yang dapat dicapai jika tanah tersebut sangat padat dan tanpa rongga udara. Hal ini sulit diterapkan dalam praktik, karena rongga udara tidak mungkin dikeluarkan 100% ketika pemadatan dilakukan di laboratorium atau di lapangan. Namun kurva  $z_{av}$  (*zero air void*) tersebut sangat berperan terhadap aspek pemadatan yang kita lakukan. Puncak kurva menunjukkan posisi kepadatan maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) dan kadar air optimum (OMC), yang sering digunakan sebagai acuan dalam pekerjaan pemadatan di lapangan.



Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar air ( $w$ ) dan berat volume kering ( $\gamma_d$ )  
 Sumber : (Hardiyatmo, 2017)

Kurva rongga udara nol zero air void ( $z_{av}$ ) dapat ditentukan dengan rumus:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + w \cdot G_s} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan:

$\gamma_{zav}$  = berat volume tanpa rongga udara e =  $w \cdot G_s$  untuk keadaan jenuh ( $S_r = 100\%$ )

**E. CBR Laboratorium**

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR dimaksudkan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum. Pemeriksaan CBR bertujuan untuk menentukan harga CBR tanah yang

dipadatkan di laboratorium pada kadar air optimum ( $W_{\text{optimum}}$ ). Selain itu, pemeriksaan juga dimaksudkan untuk menentukan hubungan kadar air dan kepadatan tanah.

Untuk menghitung nilai CBR dapat dipakai rumus sebagai berikut :

$$\text{CBR} = \frac{\text{beban test}}{\text{beban standar}} \times 100\%$$

$$\text{CBR}_{0,1} = \frac{\text{nilai beban pada } 0,1 \text{ inci}}{3 \times 1500 \text{ lb}} \times 100\%$$

$$\text{CBR}_{0,2} = \frac{\text{nilai beban pada } 0,2 \text{ inci}}{3 \times 1500 \text{ lb}} \times 100\%$$

Beban standar merupakan beban yang diperoleh dari pengujian terhadap batu pecah yang dianggap mempunyai nilai CBR 100%. Pada tabel dibawah ini memperlihatkan beban-beban standar yang disesuaikan menurut penetrasi untuk material standar dengan harga 100%.

Tabel 4. Beban penetrasi pada berbagai penetrasi

Penetration (inchi)	Beban Standar (lb)
0,1	3000
0,2	4500
0,3	5700
0,4	6900
0,5	7800

Sumber : Silvia Sukirman (1999)

Pengembangan (*swelling*) adalah perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam persen.

#### a). Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan kedalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen *portland*, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silika (SiO<sub>2</sub>), oksida alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi klinker. Klinker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips untuk mengendalikan waktu pengikat semen agar tidak berlangsung terlalu cepat (Aman Subakti, 1994).

Stabilisasi tanah dengan semen adalah suatu campuran dari tanah yang dihancurkan, semen dan air yang kemudian dilakukan proses pemadatan yang akan menghasilkan suatu bahan baru yang disebut tanah semen. Selanjutnya semen mengeras sehingga menstabilisasi tanah dan sifat tanah tersebut menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap air. Syarat material stabilisasi tanah dengan kapur menurut SNI 03 – 15 – 1992 mengenai Tata Cara pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Dengan portland Semen adalah sebagai berikut:

#### (1). Semen

Bermacam-macam semen yang dapat digunakan untuk stabilisasi tanah. Tetapi semen portland yang paling sering digunakan. Ukuran portland semen biasanya bervariasi antara 0,1S dan 100 micron, dengan ukuran rata-rata 20 micron. Untuk semen yang lebih halus selain hidrasinya cepat juga kuat geser yang dihasilkan lebih tinggi. Sebagai contoh semen yang lebih halus dari saringan no. 300 akan memberikan 40% tambahan kuat geser.

## (2). Tanah

Semua jenis tanah kecuali tanah yang mengandung kadar organik yang tinggi, dapat digunakan untuk stabilisasi dengan semen. Tanah yang akan distabilisasi harus dihancurkan terlebih dahulu dari gumpalan-gumpalannya, dalam kondisi yang kering udara dan lolos saringan no. 4.

## (3). Kapur

Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen, membentuk bebatuan yang terdiri dari mineral kalsium. Stabilisasi tanah dengan kapur adalah campuran tanah dengan kapur dan air dengan komposisi tertentu sehingga tanah tersebut mempunyai sifat lebih baik dari tanah semula. Reaksi Kapur Terhadap Tanah : Absorpsi air, reaksi eksotermis dan reaksi ekspansif

Bila kapur dicampurkan pada tanah, maka pada tanah yang ada kandungan airnya, akan terjadi reaksi sebagai berikut:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 15,6 \text{ Kcal/mol}$  Melalui reaksi kimia ini 0,321 kg air bereaksi dengan 1 kg kapur dan menimbulkan panas sebesar 278 Kcal. Pada saat bersamaan, volume kapur menjadi kira-kira dua kali lebih besar dari volume asal sehingga berakibat turunnya kandungan air didalam tanah tersebut.

### a. Reaksi Pertukaran Ion

Butiran lempung dalam kandungan tanah berbentuk halus dan bermuatan negatif. Ion positif seperti ion hidrogen, ion sodium, ion kalsium serta air yang berpolarisasi, semuanya melekat pada permukaan butiran-butiran lempung tadi. Jika kapur ditambahkan pada tanah dengan kondisi seperti diatas tersebut, maka pertukaran ion segera terjadi dan ion sodium yang berasal dari kapur diserap oleh permukaan butiran lempung. Ini diikuti oleh flokulasi butir-butir lempung menjadi gumpalangumpalanbutir kasar yang gembur. Efeknya adalah pada umumnya menambah batas plastis dan memperkecil batas cair. Efek keseluruhan adalah memperkecil indeks plastis

### b. Reaksi Pozzolan

Dengan berlalunya waktu, maka silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumin ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang terkandung dalam tanah lempung dengan kandungan mineral reaktif, akan bereaksi dengan kapur dan akan membentuk kalsium silikat hidrat, kalsium aluminat hidrat dan gehlenite hidrat. Pembentukan senyawa-senyawa kimia ini terus menerus berlangsung untuk waktu yang lama dan menyebabkan tanah menjadi keras, kuat serta awet karena ia berfungsi selaku binder (pengikat).

### c. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi adalah suatu usaha untuk perbaikan sifat-sifat tanah asli yang kurang baik menjadi material yang memiliki sifat yang lebih baik agar dapat mencapai persyaratan teknik yang digunakan dalam perencanaan konstruksi. Bowles (1993) menyatakan bahwa suatu tanah harus distabilisasi apabila tanah tersebut di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, dan permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifatlain yang tidak diinginkan. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut ini:

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kekuatan geser tanah
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimia dan fisis pada tanah
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah)
5. Mengganti tanah buruk

### d. Perbedaan Dari Pengujian Yang Telah Ada

Suardi, Enita (2005) Studi Pengaruh Penggunaan Semen Dan Kapur Pada Stabilisasi

Tanah Lempung, pada pengujian ini komposisi campuran yang digunakan 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan masa pemeraman 0 hari, 3 hari, 7 hari, 14 hari. Sifat plastis tanah akan menurun dengan diberikan bahan additive semen dan kapur.

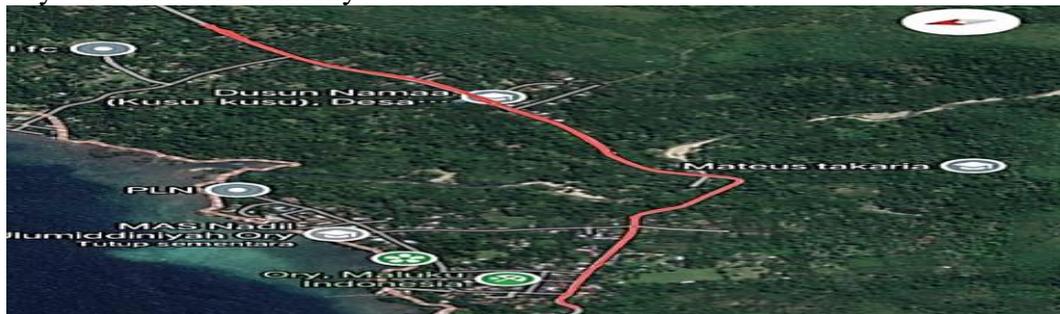
Penurunan indeks plastisitas tanah akan sebanding dengan peningkatan banyaknya persentase semen dan kapur yang digunakan, dimana IP tanah asli = 29,62%, bila dicampur dengan 15% kadar semen IP menjadi 17,46%, sedangkan dengan 15% kadar kapur IP campuran menjadi 13,08%. Dengan kadar yang sama, menurunkan indeks plastisitas (IP) menggunakan kapur lebih efektif daripada semen.

Dengan bertambahnya persentase semen dan kapur pada tanah pada pengujian pemadatan memberikan perilaku yang berlawanan, yaitu tanah mempunyai berat isi kering maksimum ( $\rho^d_{max}$ ) = 1,27 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) = 31,8%, bila distabilisasi menggunakan semen  $\rho^d_{max}$  makin naik dan  $W_{opt}$  makin turun yaitu menjadi ( $\rho^d_{max}$ ) = 1,3 gr/cm<sup>3</sup> dan ( $W_{opt}$ ) = 28,7%. Sedangkan bila tanah distabilisasi dengan kapur mempunyai perilaku yang sebaliknya, dimana semakin bertambahnya kapur  $\rho^d_{max}$  makin turun dan  $W_{opt}$  makin naik, yaitu ( $\rho^d_{max}$ ) = 1,22 gr/cm<sup>3</sup> dan ( $W_{opt}$ ) = 33,8%.

## METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Dusun Ory – Namaa, Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Tepatnya pada ruas jalan penghubung antar Dusun Ory – Namaa dan sekitarnya.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Sumber: *Google Maps*

### B. Jenis Data

Jenis data yang dipakai disini yaitu data kualitatif dan kuantitatif hal ini karena data yang diperoleh berupa angka dan gambar, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk mendapatkan hasil.

### C. Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Studi Lapangan (*Field Research*)

Jenis penelitian yang mempelajari fenomena dalam lingkungannya yang alamiah.

##### a. Observasi

Suatu aktivitas pengamatan mengenai suatu objek tertentu secara cermat, secara langsung dilokasi penelitian tersebut berada.

##### b. Wawancara

Percakapan antara dua orang atau lebih dan berlangsung antara narasumber dan pewawancara.

#### 2. Studi kepustakaan (*Liberary Research*)

Merupakan penelitian yang objeknya dicari dengan berbagai informasi pustaka seperti buku, jurnal ilmiah, majalah, koran, dan dokumen.

#### 3. Eksperimen (*Experimental Research*)

Penelitian yang dilakukan dengan pendekatan saintifik dengan menggunakan dua set variabel.

#### **D. Sumber Data**

##### **1. Data primer**

Data primer yaitu data yang diperoleh peneliti langsung dari hasil survey, pengukuran lapangan dan hasil pengujian lab.

##### **2. Data sekunder**

Data sekunder yaitu peta lokasi dan material tanah, dimana peta lokasi diperoleh dari google maps dan material tanah yang di ambil dari lokasi penelitian.

#### **E. Variabel Penelitian**

Penelitian ini bersifat kuantitatif dimana, variabel (*independen*) atau bebas mempengaruhi variabel (*dependen*) atau variabel terikat. variabel atau objek penelitian dalam penulisan tugas akhir ini berupa:

1. Variabel bebas (*independen*) adalah stabilisasi menggunakan kapur dan semen
2. Variabel Terikat (*dependen*) adalah ruas jalan dusun Ory – Namaa Kecamatan Pulau Haruku

#### **F. Metode Analisis**

Dalam penulisan skripsi ini penulis menggunakan metode *AASHTO*. Sistem *AASHTO* berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Karena sistem ini dimaksudkan dalam lingkup tersebut, penggunaan sistem ini harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 8 kelompok A1 s/d A8 termasuk sub-sub kelompok tanah tiap-tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus empiris.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini bertujuan untuk menjabarkan tentang hasil penelitian saya terhadap tanah pasir lempung berdasarkan pengujian di Kantor UPTD Laboratorium Pengujian Bahan Dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku. Analisis dari pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bahan tambah kapur dan semen terhadap kekuatan tanah yang meliputi CBR tanah.

#### **A. Pengujian Tanah Asli**

Pengujian terhadap tanah asli ini meliputi beberapa pengujian yakni pengujian kadar air, berat isi, berat jenis(GS), analisa saringan, atterberg limit, pengujian pemadatan standar (*proctor*), dan pengujian CBR.

##### **1. Kadar Air Tanah**

Berdasarkan pengujian kadar air yang telah saya lakukan pada Kantor UPTD Laboratorium Pengujian Bahan Dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku. Dari pengujian ini ternyata tanah asli tersebut memiliki nilai kadar air sebesar 27,01% (Terganggu) dan 30,77% (Tak Terganggu). Tanah asli yang telah saya uji, diambil dari daerah dusun Ory - Namaa Kecamatan Pulau Haruku. Hasil pengujian kadar air tanah asli ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.1 Kadar Air Tanah Asli (Terganggu)

Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	63,90	63,40	66,30
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	54,30	54,60	56,90
Berat Air	W1-W2	Gr	9,60	8,80	9,40
Berat Cawan	W3	Gr	21,00	20,50	21,30
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	33,30	34,10	35,60
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	28,83	25,81	26,40
Kadar Air Rata-Rata	$(C1+C2)/2$	%	27,01		

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.2 Kadar Air Tanah Asli (Tak Terganggu)

Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	79,43	74,60	76,30
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	64,10	60,10	61,60
Berat Air	W1-W2	Gr	15,33	14,50	14,70
Berat Cawan	W3	Gr	13,30	13,60	14,10
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	50,80	46,50	47,50
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	30,18	31,18	30,95
Kadar Air Rata-Rata	$(C1+C2)/2$	%	30,77		

Sumber: Hasil Penelitian

Dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat diketahui berapa jumlah sampel yang dipakai dalam pengujian kadar air tanah asli sebanyak 3 sampel. Agar dapat mengetahui kadar air pada tanah asli tersebut diambil rata-rata dari 3 sampel tadi sehingga didapatkan kadar air rata-rata tanah asli sebesar 27,01% (terganggu) dan 30,77% (tak terganggu).

## 2. Berat Isi Tanah

Berdasarkan pengujian berat isi tanah yang telah saya lakukan pada Kantor UPTD Laboratorium Pengujian Bahan Dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku. Dari pengujian ini ternyata tanah asli tersebut memiliki nilai berat isi sebesar 2,08% (Terganggu) dan 2,23% (Tak Terganggu). Tanah asli yang telah saya uji, diambil dari daerah dusun Ory - Namaa Kecamatan Pulau Haruku. Hasil pengujian berat isi tanah asli ini dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.3 Berat Isi Tanah (Terganggu )

Uraian	Satuan	I	Uraian	Satuan	I		
Tinggi Ring	T	Cm	2,00	Berat Isi Tanah Kering	WS/V	gr/cm <sup>3</sup>	0,81
Diameter Ring	D	Cm	6,00	Berat Air	WW = W3 - W5	gr	50,60
Berat Ring	W1	Gr	47,50	Kadar Air	$W = WW/W5*100$	%	110,24
Berat Ring + Tanah Basah	W2	gr	144,00	Berat Volume Tanah Basah	$\gamma_b = w3/V$	gr/cm <sup>3</sup>	1,71
Berat Ring + Tanah Kering	W4	gr	93,40	Berat Volume Tanah Kering	$\gamma_d = \gamma_b / (1+W)$		0,81
Berat Tanah Basah	W3=W2-W1	gr	96,50	Hasil Pengujian GS	Gs	-	2,62
Berat Tanah Kering	W5=W4-W1	gr	45,90	Volume Tanah Kering	VS = W5/GS	cm <sup>3</sup>	17,52
Volume Ring	$V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	cm <sup>3</sup>	56,52	Volume Pori	VV = V - VS	cm <sup>3</sup>	39,00
Berat Isi Tanah Basah	W3/V	gr	1,71	Prositias	$n = VV/V*100\%$	%	0,69
				Angka Pori	$e = VV/VS$	-	2,23

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.4 Berat Isi Tanah (Tak Terganggu )

Uraian	Satuan	I	
Tinggi Ring	pT	Cm	2,00
Diameter Ring	D	Cm	6,00
Berat Ring	W1	Gr	47,50
Berat Ring + Tanah Basah	W2	gr	117,00
Berat Ring + Tanah Kering	W4	gr	95,50
Berat Tanah Basah =	W3=W2-W1	gr	69,50
Berat Tanah Kering	W5=W4-W1	gr	48,10
Volume Ring	$V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	cm <sup>3</sup>	56,52
Berat Isi Tanah Basah	W3/V	gr	1,23
Berat Isi Tanah Kering	W5/V	gr/cm <sup>3</sup>	0,85
Berat Air	WW = W3 - W5	gr	21,40
Kadar Air	$W = WW/W5*100$	%	44,49
Berat Volume Tanah Basah	$\gamma_b = w3/V$	gr/cm <sup>3</sup>	1,23
Berat Volume Tanah Kering	$\gamma_d = \gamma_b / (1+w)$		0,85
Hasil Pengujian GS	Gs	-	2,62
Volume Tanah Kering	VS = W5/GS	cm <sup>3</sup>	18,36
Volume Pori	VV = V - VS	cm <sup>3</sup>	38,16
Prositias	$n = VV/V*100\%$	%	0,68
Angka Pori	$e = VV/VS$	-	2,08

Sumber: Hasil Penelitian

Dari tabel 4.3 dan 4.4 diatas dapat diketahui berapa jumlah sampel yang dipakai dalam pengujian berat isi tanah asli sebanyak 1 sampel . Agar dapat mengetahui berat isi tanah pada tanah asli tersebut dari 1 sampel yang tadi sehingga didapatkan angka pori pada tanah asli tersebut sebesar 2,08% (terganggu) dan 2,23% (tak terganggu). Pemeriksaan ini dilakukan guna untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gr/cm<sup>3</sup>.

### 3. Berat Jenis (GS)

Berdasarkan pengujian berat jenis (GS) yang telah saya lakukan pada Kantor UPTD Laboratorium Pengujian Bahan Dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku. Dari pengujian tanah asli yang telah saya uji, mempunyai berat jenis (GS) 2,62. Dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.5 Berat Jenis (GS)

No Piktometer 50 ml		Satuan	1	2
Berat piktometer	W1	gr	61,6	60,1
Berat piktometer + tanah	W2	gr	114,4	114,5
Berat tanah	Wt = W2-W1	gr	52,8	54,4
Berat piktometer + tanah + air	W3	gr	192,1	191,1
Berat piktometer + air	W4	gr	158,5	159,3
Temperature	T	C	29	
Faktor koreksi temperature	K		0,998	0,998
Berat piktometer + air terkoreksi	W5 = W4*K		158,18	158,98
Berat jenis (Gs)	(W2-W1)/(W5-W1)-(W3-W2)		2,80	2,44
Berat jenis rata-rata	(C1+C2)/2		2,62	

Sumber: Hasil Penelitian

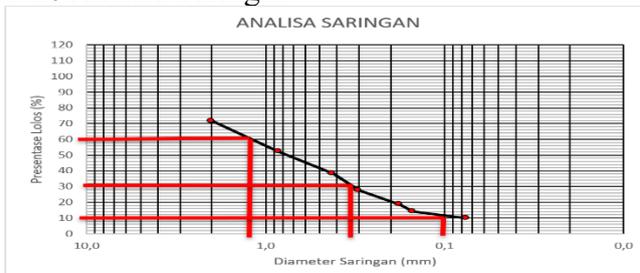
Dari tabel 4.5 dalam pengujian berat jenis (GS) digunakan sebanyak 2 sampel. Sehingga berat jenis yang saya dapatkan pada pengujian ini di rata-ratakan dari 2 sampel tersebut. Jadi hasil yang didapatkan pada pengujian berat jenis tanah asli (GS) sebesar 2,62.

### 4. Analisa Saringan

Berdasarkan pengujian analisa saringan yang saya lakukan, tanah yang tertahan dan lolos pada uji saringan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.6 Analisa Saringan

No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Saringan	Berat Saringan + Tanah	Berat Material Tertahan	Berat Kumulatif Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Kumulatif	Persentase Lolos
4	4,750	439,00	721,00	282,00	282,00	28,20	28,20	71,80
10	2,000	429,00	626,00	197,00	479,00	19,70	47,90	52,10
20	0,850	382,00	522,00	140,00	619,00	14,00	61,90	38,10
40	0,420	295,00	400,00	105,00	724,00	10,50	72,40	27,60
60	0,250	371,00	463,00	92,00	816,00	9,20	81,60	18,40
80	0,177	282,00	326,00	44,00	860,00	4,40	86,00	14,00
100	0,150	280,00	323,00	43,00	903,00	4,30	90,30	9,70
200	0,075	247,00	299,00	52,00	955,00	5,20	95,50	4,50
<b>Pan</b>		164,00	209,00	45,00	1000,00	4,50	100,00	0,00



Gambar: 4.1 Analisa Saringan

Dari tabel 4.6 dapat diketahui jumlah berat tertahan yang didapatkan setelah dilakukannya pengujian analisa saringan nilai Cu = 16 dan Cc = 0,04.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_u = \frac{1,4}{0,1} = 14$$

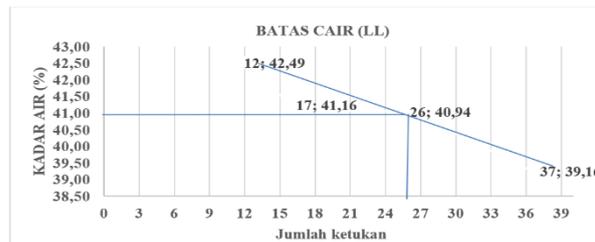
Berdasarkan hasil pengujian batas konsistensi tanah asli dan juga menggunakan bahan tambah kapur dan semen. Dengan menggunakan batas cair dan batas plastis yang sudah dilakukan untuk tanah asli sendiri tanpa menggunakan bahan tambah dapat dilihat secara lengkap pada tabel 4.7 dan 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.7 Batas Cair (LL)

Batas Cair (LL)		Satuan	Lolos Ayakan No : 40 Inchi			
Urutan			Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4
Jumlah Ketukan			12	17	26	37
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	23,77	26,10	24,37	27,00
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	20,26	22,28	20,78	23,37
Berat Air	W1-W2	Gr	3,51	3,82	3,59	3,63
Berat Cawan	W3	Gr	12,00	13,00	12,01	14,10
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	8,26	9,28	8,77	9,27
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	42,49	41,16	40,94	39,16
<b>Kadar Air Rata-Rata</b>	<b><math>(C1+C2+C3+C4)/4</math></b>	<b>%</b>	<b>40,94</b>			

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat kita lihat dari tabel 4.7 pada pengujian batas cair dapat diketahui kadar air rata – rata pada tiap sampel sebesar 40,94 %, sehingga dapat dilanjutkan untuk mencari nilai batas plastis.



Gambar: 4.1 Batas Cair(LL)

Berdasarkan Gambar 4.1, didapatkan nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air rata-rata pada ketukan ke 12, 17, 26, 37, sebesar 40,94%. Nilai indeks plastisitas dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastisitas yaitu sebesar 20,29%. Kemudian dapat dilanjutkan untuk memperoleh nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.8 Batas Plastis (PL)

Batas Plastis (PL)		Satuan	Cawan 1	Cawan 2	LL (%)	PL (%)	IP (%)
Urutan							
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	16,10	17,10	40,94	20,29	20,69
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	15,10	16,45			
Berat Cawan	W3	Gr	11,20	12,10			
Berat Air	W1-W2	Gr	1,00	0,65			
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	3,90	4,35			
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	25,64	14,94			
<b>Kadar Air Rata - Rata</b>	<b><math>(C1+C2)/3</math></b>	<b>%</b>	<b>20,29</b>				

Sumber: Hasil Penelitian

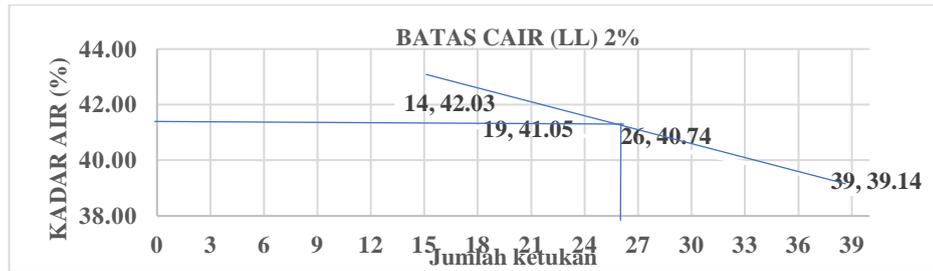
Berikut pengujian Atterberg Limit menggunakan bahan tambah kapur (2%) dapat dilihat secara lengkap pada tabel 4.9 dan 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.9 Batas Cair (LL)

Batas Cair (LL) 2% Kapur		Satuan	Lolos Ayakan No : 40 Inchi			
Urutan			Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4
Jumlah Ketukan			14	19	26	39
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	23,47	25,34	24,30	26,44
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	20,28	21,37	20,87	22,80
Berat Air	W1-W2	Gr	3,19	3,97	3,43	3,64
Berat Cawan	W3	Gr	12,69	11,70	12,45	13,50
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	7,59	9,67	8,42	9,30
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	42,03	41,05	40,74	39,14
<b>Kadar Air Rata-Rata</b>	<b><math>(C1+C2+C3+C4)/4</math></b>	<b>%</b>	<b>40,74</b>			

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat kita lihat dari tabel 4.9 pada pengujian batas cair dapat diketahui kadar air rata – rata pada tiap sampel sebesar 40,74 %, sehingga dapat dilanjutkan untuk mencari nilai batas plastis.



Gambar: 4.2 Batas Cair (LL)

Berdasarkan Gambar 4.2, didapatkan nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air rata-rata pada ketukan ke 14, 19, 26, 39, sebesar 40,47%. Nilai indeks plastisitas dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastisitas yaitu sebesar 21,24%. Kemudian dapat dilanjutkan untuk memperoleh nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Batas Plastis (PL)

Batas Plastis (PL) 2%		Uraian		Satuan	Cawan 1	Cawan 2	LL (%)	PL (%)	IP (%)
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	15,10	16,20					
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	14,48	15,49				40,47	
Berat Cawan	W3	Gr	11,30	12,40					21,24
Berat Air	W1-W2	Gr	0,62	0,71					
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	3,18	3,09					
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	19,50	22,98					
Kadar Air Rata - Rata	$(C1+C2)/3$	%		21,24					

Sumber: Hasil Penelitian

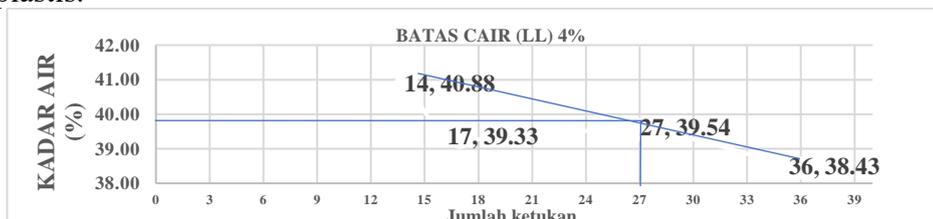
Dilihat dari hasil pengujian yang dilakukan pada tabel 4.9 dan 4.10 bahwa pada saat tanah asli ditambahkan dengan kapur (2%) dengan jumlah ketukan 14, 19, 26, dan 39, nilai batas cairnya sebesar 40,47% dan batas plastisnya sebesar 21,24%. Dari kedua hasil ini diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 19,50%.

Tabel 4.11 Batas Cair

Batas Cair (LL) 4% Kapur		Uraian		Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Jumlah Ketukan
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	24,20	25,40	23,88	26,30			14
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	21,24	21,90	20,63	22,43			17
Berat Air	W1-W2	Gr	2,96	3,50	3,25	3,87			27
Berat Cawan	W3	Gr	14,00	13,00	12,41	12,36			36
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	7,24	8,90	8,22	10,07			
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	40,88	39,33	39,54	38,43			
Kadar Air Rata-Rata	$(C1+C2+C3+C4)/4$	%		39,54					

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat kita lihat dari tabel 4.11 pada pengujian batas cair dapat diketahui kadar air rata – rata pada tiap sampel sebesar 39,54%, sehingga dapat dilanjutkan untuk mencari nilai batas plastis.



Gambar: 4.3 Batas Cair (LL)

Berdasarkan Gambar 4.3, didapatkan nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air rata-rata pada ketukan ke 14, 17, 27,36, sebesar 39,54%. Nilai indeks plastisitas dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastisitas yaitu sebesar 23,80%.

Kemudian dapat dilanjutkan untuk memperoleh nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.12 Batas Plastis (PL)

Batas Plastis (PL) 4%						
Uraian		Satuan	Cawan 1	Cawan 2		
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	15,40	16,50	LL (%)=	39,54
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	14,81	15,70		
Berat Cawan	W3	Gr	12,30	12,38	PL (%)=	23,80
Berat Air	W1-W2	Gr	0,59	0,80		
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	2,51	3,32	IP (%)=	15,74
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	23,51	24,10		
Kadar Air Rata - Rata	$(C1+C2)/3$	%	23,80			

Sumber: Hasil Penelitian

Dilihat dari hasil pengujian yang dilakukan pada tabel 4.11 dan 4.12 bahwa pada saat tanah asli ditambahkan dengan kapur (4%) dengan jumlah ketukan 14, 17, 27, dan 36, nilai batas cairnya sebesar 39,54% dan batas plastisnya sebesar 23,80%. Dari kedua hasil ini diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 15,74%.

Tabel 4.13 Batas Cair

Batas Cair (LL) 6% Kapur			Lolos Ayakan No : 40 Inchi			
Uraian		Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4
Jumlah Ketukan			11	17	26	39
Berat Cawan + Tanah Basah	W1	Gr	24,98	25,60	27,10	26,50
Berat Cawan + Tanah Kering	W2	Gr	21,23	21,82	23,17	23,00
Berat Air	W1-W2	Gr	3,75	3,78	3,93	3,50
Berat Cawan	W3	Gr	11,4	11,61	12,47	13,00
Berat Tanah Kering	W2-W3	Gr	9,83	10,21	10,70	10,00
Kadar Air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	38,15	37,02	36,73	35,00

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat kita lihat dari tabel 4.13 pada pengujian batas cair dapat diketahui kadar air rata – rata pada tiap sampel sebesar 36,73%, sehingga dapat dilanjutkan untuk mencari nilai batas plastis.



Gambar: 4.4 Batas Cair (LL)

Berdasarkan Gambar 4.4, didapatkan nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air rata-rata pada ketukan ke 11, 17, 26, 39, sebesar 36,73%. Nilai indeks plastisitas dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastisitas yaitu sebesar 25,97%. Kemudian dapat dilanjutkan untuk memperoleh nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah ini:

## 6. Pemadatan Tanah

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan tanah asli guna untuk menghasilkan berat volume kering maksimum yang dicapai pada kadar air tertentu, nilai ini digunakan sebagai acuan dalam proses pemadatan dilapangan. Uji pemadatan sangat bergantung kepada jenis tanah, kadar air dan usaha yang diberikan pada saat pemadatan. Dapat dilihat secara lengkap pada tabel 4.21 dibawah ini:

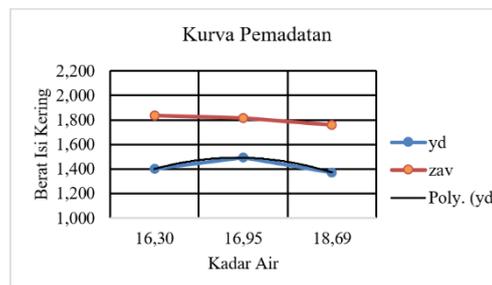
Tabel 4.21 Pemadatan

Kadar air				
Cawan		1	2	3
Berat cawan + tanah basah (gr)	W1	130,00	160,00	150,00
Berat cawan + tanah kering (gr)	W2	115,00	140,00	130,00
Berat air (gr)	W1 - W2	15,00	20,00	20,00
Berat cawan (gr)	W3	23,00	22,00	23,00
Berat tanah kering (gr)	W2 - W3	92,00	118,00	107,00
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	16,30	16,95	18,69

Pemadatan (Mould)				
Pemambahan kadar air (%)	a	300	350	400
Berat mould + tanah basah (gr)	b	4849	4958	4848
Berat mould (gr)	c	3323	3323	3323
Berat tanah basah (gr)	$W = b - c$	1526	1635	1525
Volume tanah basah - V (cm <sup>3</sup> )	V	937,00	937,00	937,00
Berat isi - $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$W/V$	1,63	1,74	1,63
Kadar air - $\omega$ (%)	$\Omega$	16,30	16,95	18,69
Berat isi kering - $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma(1-\omega/100)$	1,400	1,492	1,371
Berat tanah kering - $\gamma_s$ (gr)	$\gamma_d * V$	1312,07	1398,04	1284,84
Volume butir tanah - $V_s$ (cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s / G_s$	500,79	533,60	490,40
Volume pori - $V_v$ (cm <sup>3</sup> )	$V - V_s$	436,21	403,40	446,60
Angkut pori - e	$V_v / V_s$	0,87	0,76	0,91
Porositas - n	$V_v / V$	0,47	0,43	0,48
ZAVC (t/m <sup>2</sup> )	$G_s / (1 + (\omega/100) * G_s)$	1,84	1,81	1,76

Sumber: Hasil Penelitian

Dilihat dari hasil pengujian yang dilakukan pada tabel 4.21 ini bahwa telah diketahui kadar air masing – masing dari ke 3 sampel tersebut atau ke 3 cawan yang berbeda memiliki kadar air sebesar 16,30% , 14,05%, dan 17,59%. Kemudian selanjutnya dapat dilihat grafik pada gambar dibawah ini

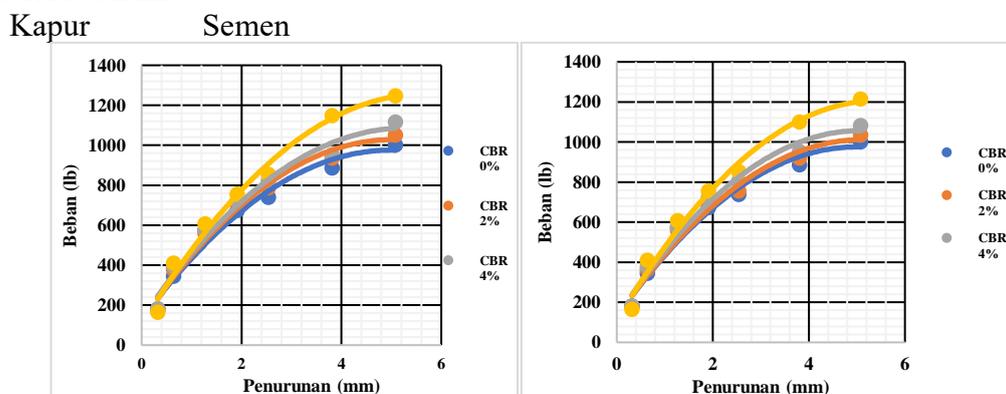


Gambar 4.14 Grafik Proktor Standar

Berdasarkan gambar 4.14 pengujian pemadatan yang telah dilakukan proktor standar sesuai dengan ketentuan ASTM D 698. Kadar air optimum yang didapatkan pada pengujian pemadatan proktor standar tanah asli ini akan mencari kadar air yang akan dipakai untuk penambahan kadar air pada pengujian CBR pada tanah asli maupun tanah yang akan dicampur dengan kapur dan semen.

### 7. CBR (California Bearig Ratio) Tanah Asli

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan penetrasi yang sama. Pengujian yang telah saya lakukan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR yaitu beban penetrasi tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan kapur dan semen. Guna untuk mendapatkan nilai CBR, yaitu untuk mengetahui perbandingan tanah asli dan tanah campuran yang telah distabilisasi yang berasal dari daerah dusun Ory – Namaa Kecamatan Pulau Haruku. Berikut dapat dilihat hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) tanah Asli dengan menggunakan bahan tambah yaitu kapur dan semen dapat dilihat pada gambar 4,15 grafik pengujian tanah asli menggunakan bahan tambah kapur dan semen 2%, 4%, dan 6% dibawah ini:



Gambar 4.16 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Menggunakan Bahan Tambah Kapur dan Semen

Dapat dilihat pada gambar 4,15 grafik pengujian tanah asli menggunakan bahan tambah kapur dan semen 0%, 2%, 4%, dan 6% mendapatkan nilai harga CBR masing – masing dapat dilihat pada rumus perhitungan dibawah ini:

<p>Kapur &gt;&gt; CBR 0%: <math>0,1 = \frac{738}{3 \times 1000} \times 100 = 24,6 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1000}{3 \times 1000} \times 100 = 33,3 \%</math></p> <p>CBR 2%: <math>0,1 = \frac{787}{3 \times 1000} \times 100 = 26,2 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1049}{3 \times 1000} \times 100 = 34,9 \%</math></p> <p>CBR 4%: <math>0,1 = \frac{820}{3 \times 1000} \times 100 = 27,3 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1115}{3 \times 1000} \times 100 = 37,1 \%</math></p> <p>CBR 6%: <math>0,1 = \frac{825}{3 \times 1000} \times 100 = 28,4 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1246}{3 \times 1000} \times 100 = 41,5 \%</math></p>	<p>CBR 0%: <math>0,1 = \frac{738}{3 \times 1000} \times 100 = 24,6 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1000}{3 \times 1000} \times 100 = 33,3 \%</math></p> <p>CBR 2%: <math>0,1 = \frac{754}{3 \times 1000} \times 100 = 25,1 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1033}{3 \times 1000} \times 100 = 34,4 \%</math></p> <p>CBR 4%: <math>0,1 = \frac{803}{3 \times 1000} \times 100 = 26,7 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1082}{3 \times 1000} \times 100 = 36 \%</math></p> <p>CBR 6%: <math>0,1 = \frac{852}{3 \times 1000} \times 100 = 28,4 \%</math>  <math>0,2 = \frac{1213}{3 \times 1000} \times 100 = 40,4 \%</math></p>
--	---

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil pengujian dilaboratorium didapat yaitu ;  
 W = 27,01 % (Terganggu) dan 30,77 % (Tak Terganggu)  
 yb = 1,71 % (Terganggu) dan 1,23 % (Tak Terganggu)  
 yd = 0,81 % (Terganggu) dan 0,85 % (Tak Terganggu)  
 GS = 2,62 %  
 LL = 40,94 %, 40,74 %, 39,54 %, dan 36,73 % (+ Kapur)  
 = 40,75 %, 37,81 %, dan 35,85 % (+ Semen)  
 PL = 20,29%, 21,16 %, 23,84 %, dan 25,19 % (+ Kapur)  
 = 22,35 %, 23,84 %, dan 25,19% (+ Semen)  
 IP = 20,65 %, 19,59 %, 15,96 %, dan 10,65 % (+ Kapur)  
 = 19,50 %, 15,74 %, dan 10,75 % (+ Semen)

Metode USCS: Didapat Kelompok CL = Lempung tak Organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (“lean Clays”)

Metode ASSTHO : A; 2-7. LL max 41  
 PL min 10

- |  |  |
|--|--|
| <p>Kapur &gt;&gt; CBR 0%: <math>0,1 = \frac{738}{3 \times 1000} \times 100 = 24,6 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1000}{3 \times 1000} \times 100 = 33,3 \%</math></p> <p>CBR 2%: <math>0,1 = \frac{787}{3 \times 1000} \times 100 = 26,2 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1049}{3 \times 1000} \times 100 = 34,9 \%</math></p> <p>CBR 4%: <math>0,1 = \frac{820}{3 \times 1000} \times 100 = 27,3 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1115}{3 \times 1000} \times 100 = 37,1 \%</math></p> <p>CBR 6%: <math>0,1 = \frac{825}{3 \times 1000} \times 100 = 28,4 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1246}{3 \times 1000} \times 100 = 41,5 \%</math></p> | <p>Semen &gt;&gt; CBR 0%: <math>0,1 = \frac{738}{3 \times 1000} \times 100 = 24,6 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1000}{3 \times 1000} \times 100 = 33,3 \%</math></p> <p>CBR 2%: <math>0,1 = \frac{754}{3 \times 1000} \times 100 = 25,1 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1033}{3 \times 1000} \times 100 = 34,4 \%</math></p> <p>CBR 4%: <math>0,1 = \frac{803}{3 \times 1000} \times 100 = 26,7 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1082}{3 \times 1000} \times 100 = 36 \%</math></p> <p>CBR 6%: <math>0,1 = \frac{852}{3 \times 1000} \times 100 = 28,4 \%</math><br/> <math>0,2 = \frac{1213}{3 \times 1000} \times 100 = 40,4 \%</math></p> |
|--|--|

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim SNI 1994” Tata Cara Pembuatan Stabilisasi Tanah Dengan Kapur Untuk Jalan.  
<https://pu.go.id/pustaka/biblio/sni-03-3437-1994-tata-cara-pembuatan-rencana-stabilisasi-tanah-dengan-kapur-untuk-jalan/176DJ>
- Anonim SNI 1994” Tata Cara Pembuatan Stabilisasi Tanah Dengan Semen Portland Untuk Jalan.  
<https://pu.go.id/pustaka/biblio/sni-03-3438-1994-tata-cara-pembuatan-rencana-stabilisasi-tanah-dengan-semen-portland-untuk-jalan/KB9J1>
- Penambahan Kapur Sebagai Stabilisasi Tanah Ekspansif untuk Lapisan Tanah Dasar (Subgrade) Layers Nur Andajani<sup>1</sup>, Yogie Risdianto<sup>1</sup> 1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Jln. Ketintang Surabaya. Telp: (031) 8280009. Email: nurandajani@unesa.ac.id  
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/proteksi/article/view/18870/8690>
- Stabilisasi Tanah Dengan Kapur” <https://www.slideshare.net/herewithsofian/stabilitas-tanah-dengan-kapur>
- “Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen” Maria Mugraheni Wed May 20 2015  
<https://prezi.com/5ejlhxf2-ypr/stabilisasi-tanah-menggunakan-semen/>
- “Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman” Fitridawati Soehardi<sup>1</sup>, Fadrizal Lubis<sup>2</sup>, Lusi Dwi Putri<sup>3</sup> 1, 2, 3Jurusan Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning,  
<http://repository.unissula.ac.id/id/eprint/10313>
- “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Kapur Untuk Meningkatkan Daya Dukung Cbr Tanah” Miswar Miswar, Syaifuddin Syaifuddin, Neilul Amani  
<https://dx.doi.org/10.30811/portal.v9i2.615>
- Hardiyatmo, H. C. 2017. Mekanika Tanah 1. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.